

1/1PRTS

531 Rec'd PCIT

10/048119

28 JAN 2002

1

## Beschreibung

## Verfahren zum Optimieren der Datenübertragung über Leitungen

5 Im Anschlußbereich von Kommunikationssystemen bzw. in Zubrin-  
gernetzen von Kommunikationsnetzen werden für die Übertragung  
von Daten - beispielsweise digitalisierte Sprachinformationen  
oder Internet-Dateninformationen - über Leitungen - insbeson-  
dere 2-Draht- oder 4-Draht-Leitungen - unterschiedliche Über-  
10 tragungsverfahren eingesetzt. Häufig eingesetzte Übertra-  
gungsverfahren stellen das Basisband-Übertragungsverfahren  
und Einträger- sowie Mehrträgerfrequenzverfahren dar. Bei ei-  
ner bidirektionalen Datenübertragung über 2-Draht-Leitungen  
sind zusätzlich Echokompensationsverfahren erforderlich. In  
15 Modems werden häufig Ein- oder Mehrträgerfrequenzverfahren  
eingesetzt, wobei bei den einzelnen Trägerfrequenzen in Ab-  
hängigkeit von den zu erreichenden Übertragungsgeschwindig-  
keiten entsprechende Modulationsverfahren - insbesondere das  
Phasenmodulationsverfahren - vorgesehen sind.

20

Bei den Modems wird von einer vorgegebenen Übertragungsge-  
schwindigkeit ausgegangen, die bei einer vorübergehenden Stö-  
rung - bewirkt eine starke Verminderung der Übertragungsqua-  
lität - reduziert wird. Nachdem die Störung beseitigt bzw.  
25 aufgehoben ist, wird die ursprüngliche Übertragungsgeschwin-  
digkeit wieder eingestellt.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, die  
Übertragung über Leitungen - insbesondere Anschlußleitungen  
30 zu Kommunikationseinrichtungen - zu verbessern. Die Aufgabe  
wird durch die Merkmale des Anspruch 1 gelöst.

Der wesentliche Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist  
darin zu sehen, daß für unterschiedliche Leitungsparameter  
35 von Leitungen zumindest ein Übertragungsverfahren mit einer  
die maximale Datendurchsatzrate repräsentierenden Übertra-  
gungsgeschwindigkeit ermittelt und gespeichert wird. Bei ei-

ner aktuellen Datenübertragung über eine Leitung werden deren Leitungsparameter gemessen und dasjenige Übertragungsverfahren mit derjenigen Übertragungsgeschwindigkeit ausgewählt, bei dem die größte Überstimmung der gemessenen mit den gespeicherten Leitungsparametern festgestellt wird. Hierbei sind die Leitungsparameter durch die Dämpfung und Laufzeit der Leitung und durch Störsignale auf einer Leitung repräsentiert - Anspruch 2.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß durch die Ermittlung der maximalen Datendurchsatzrate für die jeweilige Leitung eine optimale Nutzung einer Leitung bzw. Anschlußleitung erreicht wird, da der maximale Datendurchsatz bei einer fehlerfreien Datenübertragung vom Übertragungsverfahren abhängig ist, das über eine vorgegebene Leitung bzw. Übertragungsleitung mit Störsignalen verwendet wird. Hierbei bedeutet die höchste Übertragungsgeschwindigkeit mit einem Übertragungsverfahren nicht gleichzeitig den größten Datendurchsatz.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens insbesondere hinsichtlich der Ermittlung der maximalen Datendurchsatzrate und der Leitungsparameter sowie der vorteilhaften Übertragungsverfahren sind den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Die Zeichnung zeigt in einem ,Blockschaltbild ein Zubringernetz AN eines Kommunikationsnetzes KN, das beispielsweise ein ISDN-Kommunikationsnetz oder ein Datenkommunikationsnetz wie Internet repräsentiert. Im Zubringernetz AN ist eine zweiadrige Leitung L angeordnet, an die an beiden Seiten eine Übertragungseinheit UE angeschlossen ist - beispielhaft ist eine von mehreren Leitungen dargestellt. In den Übertragungseinheiten UE ist jeweils ein mit der Leitung L und mit dem

Kommunikationsendgerät KE verbundenes Übertragungsmodul UM angeordnet, wobei in dem Übertragungsmodul UM beispielsweise zwei Übertragungsverfahren wie zwei unterschiedliche Basisbandverfahren BB1, BB2 mit Echokompensationsverfahren realisiert sind. Alternativ sind beispielsweise Ein- oder Mehrträgerfrequenzverfahren wie das OFDM-Übertragungsfahren möglich. Für die Messung der Leitungsparameter  $lp$  der Leitung L ist in den Übertragungsmoduln UM eine mit der Leitung L und einer Steuereinheit ST verbundene Meßeinheit ME vorgesehen.

10

Im unteren Bereich ist zur Erläuterung des Informationsaustausches unter den Übertragungseinheiten UE jeweils eine diese Übertragungseinheiten UE repräsentierende strich-punktier-te Linie angeordnet.

15

Zwischen den Übertragungsmodulen UM wird vor der Ermittlung der Leitungsparameter ( $lp$ ) eine Präambel P übermittelt sowie eine Prozedur benutzt, um die beiden Übertragungsmodule UM auf die Meßprozedur einzustellen. Hierbei werden die Informationen der Präambel P sowie der Prozedur mit einer gegenüber der folgenden Meßprozedur geringen Übertragungsgeschwindigkeit und einem einfachen Übertragungsverfahren - beispielsweise zweistufige Phasendifferenzmodulation oder binäre Frequenzmodulation - übermittelt -, damit auch bei Leitungen L mit einer geringen Übertragungsqualität eine sichere Übermittlung der Informationen gewährleistet ist, wobei bei einer zweidrähtigen Leitung L das Echokompensationsverfahren abgeschaltet ist.

30

Die Messung der Leitungsparameter  $lp$ , d.h. die Meßprozedur kann wie folgt durchgeführt werden:

35

a) ein Übertragungsmodul UM wird als Master (M) bzw. als zentrales Übertragungsmodul UM(M) - vorteilhaft beim Kommunikationssystem KS - und das andere Übertragungsmodul UM als Slave (S) bzw. dezentrales Übertragungsmodul UM(S) bestimmt.

- b) Es wird in beiden Übertragungsmodulen UM jeweils der Störbelag der Leitung L, d.h. das Grundrauschsignal  $t_s$  mit Hilfe der Meßeinheit ME gemessen, hinsichtlich der Amplitude und der Frequenz analysiert und die Analyseergebnisse werden gespeichert. Aufgrund der Analyseergebnisse wird im Master (M) eine erste Auswahl für ein mögliches Übertragungsverfahren BB1, BB2 getroffen. Werden in dem Grundrauschsignal  $r_s$  Signalfrequenzen mit hohem Pegel festgestellt, so wird zunächst ein Übertragungsverfahren BB1, BB2 gewählt, bei dem diese Signalfrequenzen nicht stören.
- c) Mit Hilfe einer übertragenen Präambel P wird dem Slave (S) durch kodierte Informationen mitgeteilt, welches Übertragungsverfahren BB1, BB2 und welche Übertragungsgeschwindigkeit in der Meßprozedur vorgesehen ist.
- d) Dem ausgewählten Übertragungsverfahren BB1, BB2 werden in beiden Übertragungsmodulen UM Tabellen T zugeordnet, die aus einer Mehrzahl von in den Übertragungsmodulen UM gespeicherten Tabellen T1..Tn durch das aktuell verwendete Übertragungsverfahren BB1, BB2 ausgewählt werden.
- e) Der Master (M) sendet ein Testsignal  $t_s$  mit zwei Frequenzen und Amplituden für eine vorgegebene Zeitspanne  $t_1$  aus, wobei die Frequenzen und die Amplituden und die Zeitspannen durch die Tabelle T bestimmt sind.
- f) Im Slave (S) werden die Amplituden  $a$  des empfangenen Testsignals  $t_s$  frequenzindividuell und die Phasendifferenz  $p_d$  der Frequenzen des Testsignal  $t_s$  mit Hilfe der Meßeinheit ME gemessen. Aus der Phasendifferenz  $f_d$  kann die Laufzeit  $l_z$  ermittelt werden, die zusammen mit den Meßwerten der Amplituden  $a$  gespeichert werden.
- g) Daraufhin wird vom Slave (S) ein wie vom Master (M) übermitteltes Testsignal  $t_s$  für eine vorgegebene Zeitspanne  $t_2$  ausgesandt.
- h) Im Master (M) werden nun ebenfalls frequenzindividuell die Amplituden  $a$  des Testsignals  $t_s$  und die Phasendifferenz  $p_d$  mit Hilfe der Meßeinheit ME gemessen sowie die Laufzeit  $l_z$  ermittelt. Des weiteren wird das empfangene Testsignal  $t_s$  im Hinblick auf die maximal zulässige Dämpfung überprüft.

Liegt die Dämpfung darunter, so wird vom Master (M) ein weiteres Testsignal  $t_s$  mit zwei Frequenzen und Amplituden für eine vorgegebene Zeitspanne  $t_1$  zum Slave S über die Leitung L übermittelt, wobei die Frequenzen und die Amplituden und die Zeitspannen  $t_1, t_2$  wiederum durch die Tabelle T bestimmt sind.

- i) Im Slave (S) wird wieder die unter g) und f) beschriebene Auswertung vorgenommen.
- 10 Die in e) bis h) beschriebenen Vorgänge werden solange wiederholt, bis alle in der zugeordneten Tabelle T angegebenen Frequenzen bzw. Frequenzpaare getestet sind. Auf diese Weise wird die Leitung L in einem Raster von Frequenzen ausgetestet. Hierbei wird vom Master (M) die Messung abgebrochen, 15 sofern bei einer tabellengemäßen Frequenz des Testsignals  $t_s$  dessen Dämpfung, d.h. die Leitungsdämpfung zu groß ist. Aufgrund einer beim Master (M) vorliegenden Entscheidungstabelle wird dem Slave (S) mitgeteilt, für welchen neue Übertragungsverfahren BB1, BB2 und mit welcher Übertragungsgeschwindigkeit die folgenden Messungen durchzuführen sind. Hier werden in 20 den Übertragungsmodulen UM die Tabellen T ausgesucht und der Messung zugeordnet. Auf diese Weise werden mehrere Übertragungsverfahren BB1, BB2 und Übertragungsgeschwindigkeiten getestet und für eine Datenübertragung geeignete Frequenzbereiche und dazugehörige Übertragungsgeschwindigkeiten ermittelt. 25

Zur Ermittlung des Übertragungsverfahrens BB1, BB2 mit der maximalen Durchsatzrate werden die Analyseergebnisse mit Tabellen TD verglichen, in denen für verschiedene Übertragungsverfahren BB1, BB2 bei unterschiedlichen Übertragungsgeschwindigkeiten die Frequenzen bzw. Frequenzbereiche gespeichert sind, und diejenigen ermittelt, bei denen aufgrund ihres Spektrums möglichst geringe Dämpfungs- und Laufzeitverzerrungen auftreten. Ausgewählt werden diejenigen Übertragungsverfahren bzw. 30 dasjenige Übertragungsverfahren, in deren getestetem Frequenzbereich die gemessene Dämpfung und Laufzeit  $l_z$  die geringsten Schwankungen aufweisen und bei denen zusätzlich das 35

gemessene Grundrauschsignal  $r_s$  sich am geringsten auf die Durchsatzrate auswirkt. Die in den Tabellen gespeicherten Werte für die Vergleiche werden empirisch mit unterschiedlichsten Übertragungsverfahren und Leitungseigenschaften bei unterschiedlichen Frequenzen bzw. Frequenzbereichen an Te-  
5 steinrichtungen - beispielsweise in einer Versuchsanordnung - ermittelt. Die maximale Datendurchsatzrate kann der maximal möglichen Übertragungsgeschwindigkeit entsprechen, sie kann jedoch auch geringer sein, insbesondere bei starken Störsi-  
10 gnalen bzw. Grundrauschen, bei denen ein wiederholtes Aussenden von gestört übermittelten Daten erforderlich ist. Dies bedeutet, daß eine optimale Übertragungsgeschwindigkeit ermittelt wird, bei der die Datendurchsatzrate maximal ist. Die maximale Datendurchsatzrate kann auch bei unterschiedlich ge-  
15 messenen Leitungsparametern  $l_p$  und unterschiedlichen Übertragungsverfahren BB1, BB2 durch beispielsweise Messung der Fehler-  
lerrate und Datenpaketwiederholungsrate bestimmt werden.

Nach der Auswahl des Übertragungsverfahrens BB1, BB2 wird an  
20 das Übertragungsmodul UM eine entsprechende Steuerinformation  $st_i$  übermittelt und dort das ausgewählte Übertragungsverfahren BB1, BB2 eingestellt. Die Auswahl des geeigneten Übertragungsverfahrens BB1, BB2 mit der optimalen Übertragungsge-  
schwindigkeit kann bei jeder Inbetriebnahme der Übertragungs-  
25 einheiten UE oder bei der erstmaligen Inbetriebnahme an einer Leitung L erfolgen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf das Ausführungs-  
beispiel beschränkt, sondern kann bei unterschiedlichsten  
30 Übertragungsverfahren - beispielsweise unterschiedliche Ein-  
oder- Mehrträgerfrequenzverfahren mit unterschiedlichen Trägermodulationen - sowie unterschiedlichsten Leitungstypen -  
2-Draht- und 4-Draht-Leitungen - eingesetzt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Optimieren der Datenübertragung über Leitungen (L),

- 5 - bei dem für für unterschiedliche Leitungsparameter (lp') von Leitungen (L) zumindest ein Übertragungsverfahren (BB1, BB2) mit zumindest einer die maximale Datendurchsatzrate repräsentierenden Übertragungsgeschwindigkeit ermittelt und gespeichert sind,
- 10 - bei dem mit Hilfe zumindest eines Übertragungsverfahrens (BB1, BB2) über eine Leitung (L) deren Leitungsparameter (lp) gemessen werden,
- bei dem dasjenige Übertragungsverfahren (BB1, BB2) mit derjenigen Übertragungsgeschwindigkeit ausgewählt wird, bei dem die größte Überstimmung der gemessenen mit den gespeicherten Leitungsparametern (lp, lp') festgestellt wird.
- 15

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- daß die Leitungsparameter (lp) durch die Dämpfung und Laufzeit (lz) der Leitung und durch Störsignale (rs) auf einer Leitung (L) repräsentiert sind.
- 20

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Laufzeit (lz) durch eine Messung der Phasendifferenz (pd) zwischen zwei eines nach einem Übertragungsverfahren (BB1, BB2) gebildeten Signals (ts) mit unterschiedlichen Frequenzen ermittelt wird.
- 25

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

30

- daß die maximale Datendurchsatzrate für unterschiedliche Leitungsparameter (lp') mit unterschiedlichen Übertragungsverfahren BB1, BB2 und Übertragungsgeschwindigkeiten durch Auswahl derjenigen Übertragungsverfahren BB1, BB2 bestimmt werden, in deren Frequenzbereich die Leitungsparameter (lp) von Dämpfung und Laufzeit (lz) die geringsten Schwankungen aufweisen und bei dem sich zusätzlich die Störung des gemessenen
- 35

Störsignals (rs) am geringsten auswirkt, und daß die die maximale Durchsatzrate repräsentierenden Leitungsparameter (lp') gespeichert werden.

- 5 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
daß vor Beginn einer Datenübertragung eine Meßprozedur eingeleitet wird, mit deren Hilfe
- 10 a) eine Ende der Leitung (L) als Zentrale (M) und das andere als Dezentrale (S) bestimmt wird,  
b) vor der Messung der Leitungsparameter (lp) der Störbelag bzw. das Grundrauschen (rs) der Leitung (L) gemessen wird,  
c) nach Analyse des gemessene Störbelags durch die Zentrale (M) ein Übertragungsverfahren (BB1, BB2) ausgewählt und der
- 15 Denzentralen (S) mitgeteilt wird,  
d) nach Maßgabe von gespeicherten Leitungsparametern (lp) für das ausgewählte Übertragungsverfahren (BB1, BB2) von der Zentrale (M) jeweils ein vorgegebenes Testsignal (ts) mit zwei unterschiedlichen Frequenzen ausgesandt und von der
- 20 Denzentrale (S) die Leitungsparameter (lp) des Testsignals (ts) gemessen, worauf von der Dezentrale (S) ein Testsignal (ts) an die Zentrale (M) übermittelt wird,  
e) bei der Zentrale (M) die Dämpfung des Testsignals (ts) überprüft und in Abhängigkeit von der gemessenen Dämpfung
- 25 weitere Testsignale (ts) mit zwei weiteren unterschiedlichen Frequenzen an die Dezentrale (S) übermittelt werden,  
f) die Schritte d) und e) solange wiederholt werden, bis die gespeicherten Leitungsparameter (lp) abgearbeitet sind, und
- 30 g) die gemessenen Leitungsparameter (lp) mit den gespeicherten Leitungsparametern (lp') verglichen und in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis das Übertragungsverfahren BB1, BB2 und die Übertragungsgeschwindigkeit bestimmt wird.
- 35 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,  
daß die gespeicherten Leitungsparameter (lp') in Tabellen (T1..Tn) gespeichert sind, wobei die Tabellen (T1..Tn, TD) den



unterschiedlichen Übertragungsverfahren (BB1, BB2) mit unterschiedlichen Übertragungsgeschwindigkeiten zugeordnet sind, und daß die Auswahl eines Übertragungsverfahrens (BB1, BB2) zum Ermitteln der Leitungsparameter (lp) und zur Ermittlung  
5 des Übertragungsverfahrens mit der maximalen Durchsatzrate durch Vergleich der ermittelten Leitungsparameter (lp) mit den in den Tabellen (T1..Tn, TD) gespeicherten Leitungsparametern (lp') erfolgt.

10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
daß es in einer mit jeweils mit den Enden der Leitung (L) verbundenen Übertragungseinheiten (UE) vorgesehen ist, wobei an die eine Übertragungseinheit (UE) ein Kommunikationsendge-  
15 rät (KE) und an die andere Übertragungseinheit (UE) ein Kommunikationssystem (KS) angeschlossen ist.

8. Verfahren nach Anspruch einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
20 daß die Übertragungsverfahren (BB1, BB2) durch synchrone bzw. asynchrone Basisband-Übertragungsverfahren (BB1, BB2) oder durch ein Ein- oder Mehrträgerfrequenz-Übertragungsverfahren repräsentiert sind.

25 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Basisband-Übertragungsverfahren das AMI-, HDB3-, Coded Diphase oder 2B1Q-Verfahren und als Trägerfrequenz-Übertragungsverfahren das QAM-Verfahren mit unterschiedlicher Stufenzahl und das Phasendifferenzverfahren vorgesehen ist.

## Zusammenfassung

## Verfahren zum Optimieren der Datenübertragung über Leitungen

- 5 Für unterschiedliche Leitungsparameter ( $lp'$ ) von Leitungen  
(L) wird zumindest ein Übertragungsverfahren (BB1, BB2) mit  
einer die maximale Datendurchsatzrate repräsentierenden Über-  
tragungsgeschwindigkeit ermittelt und gespeichert. Bei einer  
aktuellen Datenübertragung über eine Leitung (L) werden deren  
10 Leitungsparameter ( $lp$ ) gemessen und das Übertragungsverfahren  
(BB1, BB2) mit der Übertragungsgeschwindigkeit ausgewählt, bei  
dem die größte Übereinstimmung der gemessenen mit den gespei-  
cherten Leitungsparametern ( $lp, lp'$ ) festgestellt wird, d.h.  
eine maximale Datendurchsatzrate erzielt wird.

15

Fig.